



⑯ BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENT- UND
MARKENAMT

⑯ Offenlegungsschrift
⑯ DE 100 34 401 A 1

⑯ Int. Cl.⁷:
H 01 M 8/02
H 01 M 8/24

⑯ Aktenzeichen: 100 34 401.1
⑯ Anmeldetag: 14. 7. 2000
⑯ Offenlegungstag: 24. 1. 2002

⑯ Anmelder:

DaimlerChrysler AG, 70567 Stuttgart, DE

⑯ Erfinder:

Schnetzler, Sven, 35037 Marburg, DE; Waitkat, Peter, Dipl.-Ing., 89075 Ulm, DE

⑯ Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht zu ziehende Druckschriften:

DE	198 07 876 A1
DE	197 45 774 A1
US	43 90 603 A
WO	99 06 138 A1
WO	00 63 944 A1

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

⑯ Brennstoffzellen-System mit wenigstens einer mit einem flüssigen Kühlmittel/Brennstoff-Gemisch betriebenen Brennstoffzelle

⑯ Ein Brennstoffzellen-System hat wenigstens eine mit einem flüssigen Kühlmittel/Brennstoff-Gemisch betriebenen Brennstoffzelle und einen Anodenkreislauf mit Einrichtungen zum Abscheiden von Kohlendioxid aus dem in dem Anodenkreislauf zirkulierenden Kühlmittel/Brennstoff-Gemisch. Das Kühlmittel/Brennstoff-Gemisch strömt zusammen mit teilweise darin gelöstem Kohlendioxid nacheinander durch zwei Räume. Der in Strömungsrichtung erste Raum weist einen flüssigkeitsgefüllten Bereich und einen gasgefüllten Bereich auf. Der gasgefüllte Bereich liegt in einem in Richtung der Gravitation oben liegenden Bereich des Raums. In dem zweiten Raum ist wenigstens eine Membran angeordnet, welche für Kohlendioxid durchlässig und für das Kühlmittel/Brennstoff-Gemisch nicht durchlässig ist. Entlang dieser Membran strömt das Kühlmittel/Brennstoff-Gemisch zusammen mit dem gelösten Gas, wobei auf der dem Kühlmittel/Brennstoff-Gemisch abgewandten Seite der Membran ein Teilraum mit einer geringeren Konzentration an Kohlendioxid als in dem Kühlmittel/Brennstoff-Gemisch angeordnet ist.

DE 100 34 401 A 1

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Brennstoffzellen-System mit wenigstens einer mit einem flüssigen Kühlmittel/Brennstoff-Gemisch betriebenen Brennstoffzelle und einem Anodenkreislauf mit Einrichtungen zum Abscheiden von Kohlendioxid aus dem in dem Anodenkreislauf zirkulierenden Kühlmittel/Brennstoff-Gemisch.

[0002] Bei der Erzeugung von elektrischem Strom mittels einer Direkt-Methanol-Brennstoffzelle wird aus einem zusammen mit einem Kühlmittel, beispielsweise Wasser, in einem Anodenkreislauf zirkulierenden Brennstoff, üblicherweise Methanol, Strom erzeugt. Direkt proportional zu der dabei erfolgenden Oxidation des Methanols entsteht gasförmiges Kohlendioxid. In einem Anodenraum der Brennstoffzellenanlage wird das Gemisch aus Methanol (CH_3OH) und Wasser (H_2O) in Protonen (H^+), Elektronen (e^-) und Kohlendioxid (CO_2) umgewandelt. Gemäß den Gesetzen der Löslichkeit von Gasen in Wasser kann dabei ein exakt definierter Teil, jeweils in Abhängigkeit von dem im Anodenkreislauf vorliegendem Druck- und Temperaturniveau, des Kohlendioxidgases in Wasser gelöst werden. Dieses in Wasser gelöste Kohlendioxid bildet dann Kohlensäure, welche die Aggressivität des ohnehin schon sehr aggressive in dem Kreislauf zirkulierenden Wasser/Methanol-Gemischs weiter erhöht.

[0003] Unter den üblichen Betriebsbedingungen des Anodenkreislaufs entsteht außerdem mehr Kohlendioxid als in dem flüssigen Wasser/Methanol-Gemisch gelöst werden kann. In dem Anodenkreislauf der Direkt-Methanol-Brennstoffzellenanlage entsteht damit eine Zweiphasenströmung, welche Wasser/Methanol/Kohlensäure und gasförmiges Kohlendioxid enthält. Da das Wasser in dem Anodenkreislauf umgepumpt wird, muß einerseits das zu elektrischer Energie verstromte Methanol ersetzt werden, andererseits wird das verbrauchte Wasser auf der Kathodenseite der Brennstoffzellenanlage auskondensiert und in den Anodenkreislauf zurückgeführt.

[0004] Um einen Druckanstieg in dem Kreislauf zu vermeiden, muß außerdem sowohl das gasförmige Kohlendioxid als auch das in der Flüssigkeit des Anodenkreislaufs gelöste Kohlendioxid aus dem Volumenstrom des Kreislaufsystems abgeschieden werden.

[0005] Die DE 197 45 774 A1 beschreibt dazu eine Brennstoffzelle mit einer Entgasungseinrichtung. Die Brennstoffzelle weist eine Entgasungseinrichtung für den Brennstoff auf, der der Brennstoffzelle zugeführt wird. Die Gase werden aus dem flüssigen Brennstoff herausgelöst und entsorgt. Dies kann beispielsweise dadurch erfolgen, daß die unter einem Druck befindliche Flüssigkeit schlagartig entspannt wird, was beispielsweise mit Hilfe einer Ultraschallquelle erreicht wird. Diese kann gemäß einer der Ausführungsformen dabei auch direkt in die Brennstoffzelle, also in einen Anodenraum der Brennstoffzelle, integriert werden.

[0006] Eine derartige Ultraschallquelle zum Herauslösen des gelösten Kohlendioxids im Anodenkreislauf einer Direkt-Methanol-Brennstoffzelle weist den Nachteil auf, daß diese einen sehr hohen apparativen Aufwand an Elektronik benötigt.

[0007] Die US 4,390,603 beschreibt eine Methanol- bzw. Direkt-Methanol-Brennstoffzelle. Der Schwerpunkt dieser Schrift liegt insbesondere auf dem Aufbau und der Funktionsweise einer protonenleitenden Membran der Brennstoffzelle, sie zeigt jedoch außerdem im Bereich der Einleitung des Methanol/Wasser-Gemischs in einen Anodenraum der Brennstoffzelle einen Bereich, in dem in die Zelle integriert Kohlendioxid abgeführt wird. Allerdings geht die entsprechende Schrift auf den hinter diesem Kohlendioxid-Ablei-

tungsbereich stehenden Mechanismus nicht näher ein. Es ist lediglich erkennbar, daß dieser in die jeweilige Zelle integriert zu sein scheint.

[0008] Aus anderen Bereichen der Technik sind Systeme bekannt, welche zur Entgasung von Flüssigkeiten eingesetzt werden können. So kennt man beispielsweise in der Getränkelindustrie Verfahren, in welchen eine Geschmacksbeeinflussung und/oder Haltbarkeitsmachung von Getränken dadurch realisiert wird, daß zuerst Kohlendioxid herausgelöst und dann definiert wieder zugegeben wird. Die Herauslösung des Kohlendioxids aus dem Getränk, beispielsweise aus Mineralwasser und dergleichen, erfolgt dabei über eine Bedrückung der kohlendioxidhaltigen Flüssigkeit über eine entsprechend lange Verweilzeit.

[0009] Genau diese Verweilzeit ist jedoch der Nachteil bei der Anwendung eines derartigen Verfahrens in einem kontinuierlich arbeitenden System, welches entsprechend hohe Anforderungen an einen dynamischen Betrieb stellt, wie dies beispielsweise bei einer Direkt-Methanol-Brennstoffzelle, insbesondere beim Einsatz in einem Kraftfahrzeug, der Fall ist. Um nämlich mittels eines oben beschriebenen Verfahrensablaufs eine annähernd vollständige Kohlendioxid-Ausgasung zu erreichen, müßte ein Raum mit einer entsprechend hohen Temperatur bei entsprechend geringem Umgebungsdruck bereitgestellt werden, in dem das Kohlendioxid-Flüssigkeitsgemisch über eine vergleichsweise lange Verweilzeit verbleiben müßte. Beim Einsatz in einem entsprechenden Kreislaufsystem würde dies bedeuten, daß der erforderliche Raum sehr groß wird, da entsprechend der großen Verweilzeit eine große Leitungslänge in einer Entgasungseinrichtung erforderlich wäre.

[0010] Des weiteren zeigt die EP 0 558 577 B1 einen Sprühentgaser, wobei in einem Kessel ein Sprühraum angeordnet ist, welcher einen Radial-Zerstäuber aufweist, der die Flüssigkeit in einem oberhalb einer in dem Kessel stehenden Flüssigkeit befindlichen Bereich zerstäubt, um eine Entgasung zu erreichen.

[0011] Es ist hier von besonderem Nachteil, daß bei einer entsprechenden Sprühentgasung durch die starke Durchmischung von gasförmigen und flüssigen Bestandteilen, insbesondere wenn dies bei einer entsprechend hohen Temperatur erfolgt, sehr viele der flüssigen Bestandteile von dem Gasstrom mittransportiert werden, so daß hier ein sehr feuchtes Gas abgeleitet wird, welches dem Volumenstrom neben dem Gas selbst auch gasförmige Bestandteile der Flüssigkeit entzieht. Außerdem kann in diesem Verfahren das in der Flüssigkeit gelöste Gas nur unzureichend entfernt werden.

[0012] Zum allgemeinen Stand der Technik sei außerdem auf die DE 196 26 516 A1 verwiesen, welche eine Vorrichtung zum On-Line-Entgasen von Wärmeträger- und Isolierflüssigkeiten zeigt. Diese bedient sich einer zweckentsprechenden Anordnung von mittels Pumpe druckbeaufschlagtem und somit gasuntersättigtem Teil auf der Druckseite und Vakuum-Entgasungsgefäß mit vakuumbeaufschlagtem Sammelgefäß auf der Saugseite der Pumpe.

[0013] Die Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es, ein Brennstoffzellen-System zu schaffen, bei welchem dem in einem Anodenkreislauf zirkulierenden Kühlmittel/Brennstoff-Gemisch einerseits Kohlendioxid-Gas und andererseits in der Flüssigkeit gelöstes Kohlendioxid entzogen werden kann, wobei der Aufbau einfach und platzsparend sein soll, um dem zirkulierenden Kühlmittel/Brennstoff-Gemisch Kohlendioxid zu entziehen, ohne die Strömungsgeschwindigkeit und damit die Verweilzeit des Kühlmittel/Brennstoff-Gemischs nennenswert zu erhöhen.

[0014] Erfindungsgemäß wird diese Aufgabe durch die in Anspruch 1 genannten Merkmale gelöst.

[0015] Dabei ist es von besonderem Vorteil, daß die Ab-

scheidung des Kohlendioxids in zwei gegebenenfalls auch örtlich voneinander getrennt liegenden Räumen erfolgt. Zuerst strömt das Gemisch aus dem Kühlmittel, dem Brennstoff, dem darin gelösten Kohlendioxid und dem gasförmigen mittransportierten Kohlendioxid in den ersten Raum, welcher einen flüssigkeitsgefüllten Bereich und einen gasgefüllten Bereich aufweist. Das Kohlendioxid wird an der Grenzfläche, diese kann einerseits die Flüssigkeitsoberfläche sein, in einer besonders günstigen Ausführungsform andererseits jedoch auch als Membran ausgebildet sein, wird das gasförmige mittransportierte Kohlendioxid aus der Flüssigkeit in den gasgefüllten Bereich überreten.

[0016] Im weiteren Verlauf der Strömung wird dann das Gemisch aus Kühlmittel, Brennstoff und gelöstem Kohlendioxid in dem zweiten Raum entlang einer Membran geführt, welche für das Kohlendioxid, nicht jedoch für das Kühlmittel und den Brennstoff durchlässig ist. Auf der dem Kühlmittel/Brennstoff-Gemisch abgewandten Seite dieser Membran befindet sich ein Teilraum, in welchem die Konzentration an Kohlendioxid deutlich geringer ist, als in dem Kühlmittel/Brennstoff-Gemisch. Aufgrund der sich dadurch ergebenden Partialdruckunterschiede kann so das gelöste Kohlendioxid aus der Flüssigkeit herausgelöst und durch die Membran in diesen Teilraum gebracht werden.

[0017] Über diese beiden Räume läßt sich somit also das mittransportierte sowie das gelöste Kohlendioxid aus dem Kühlmittel/Brennstoff-Gemisch ausscheiden. Dies kann vergleichsweise schnell und einfach funktionieren, da in diesen Komponenten keine übermäßig hohe Verweilzeit des flüssigen Volumenstroms erforderlich ist.

[0018] In einer besonders vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung lassen sich die beiden Räume oder gegebenenfalls auch nur einer der beiden Räume in einen Brennstoffzellen-Stack des Brennstoffzellen-Systems integrieren, welcher dann neben dem wenigstens einen der Räume auch die Brennstoffzellen des Brennstoffzellen-Systems umfaßt. Dies ermöglicht eine besonders kompakte bauliche Einheit, welche darüber hinaus Vorteile bezüglich der Abdichtung, dem Wegfall von entsprechenden Rohrleitungen und der gleichen beinhaltet, welche außerdem durch das vergleichsweise aggressive Gemisch aus Flüssigkeit und gelöstem Kohlendioxid angegriffen werden könnten.

[0019] In einer besonders günstigen Ausgestaltung der Erfindung können beide Räume jeweils wenigstens einmal in jeder einzelnen Brennstoffzelle des Brennstoffzellen-Stacks des Brennstoffzellen-Systems integriert sein.

[0020] Dies bietet weitere Vorteile, da hierdurch die Räume, insbesondere der erste Raum, direkt bei dem Bereich der Entstehung des Kohlendioxids angeordnet ist und somit eine sehr schnelle und effektive Abfuhr des mittransportierten gasförmigen Kohlendioxids erfolgen kann, bevor sich große Teile des Kohlendioxids durch Verwirbelungen und andere strömungstechnisch bedingte Gegebenheiten, wie z. B. Geschwindigkeitsänderungen durch Querschnittsänderungen, in der Flüssigkeit lösen.

[0021] Durch die zusätzliche Integration des Teilraums mit der Membran, eines sogenannten Membranmoduls, in jede einzelne der Brennstoffzellen ergibt sich somit die Möglichkeit, in der Brennstoffzelle selbst für das Abscheiden sowohl des mittransportierten gasförmigen als auch des gelösten Kohlendioxids zu sorgen. Es wird dann lediglich Kühlmittel bzw. Kühlmittel mit einem Restanteil an Brennstoff zurück in den Anodenkreislauf geliefert.

[0022] Auch hier ergeben sich Vorteile bezüglich des Wegfalls von Leitungslängen, der Kompaktheit des Aufbaus sowie der entfallenden Abdichtungsproblematik.

[0023] Ein weiterer erheblicher Vorteil dieser Ausgestaltung der Erfindung liegt darin, daß durch die Integration des

gesamten Kohlendioxid-Abscheidemechanismus in jede einzelne der Brennstoffzellen erreicht werden kann, daß hier ein modular sehr leicht an die erforderlichen Leistungsverhältnisse anpaßbares Brennstoffzellen-System entsteht, bei

5 welchem sich die Kapazität zum Abscheiden von Kohlendioxid zusammen mit der erzielbaren elektrischen Leistung jeweils dann erhöht bzw. verringert, wenn durch eine Anpassung der Anzahl an Brennstoffzellen in dem jeweiligen Stack eine Leistungsmodifizierung erfolgt. Bezuglich der 10 Abscheidung von Kohlendioxid kann also ohne eine Anpassung von entsprechenden Peripheriegeräten oder dergleichen der modulare Aufbau eines derartigen Brennstoffzellen-Stacks sehr vorteilhaft genutzt werden.

[0024] Beim Einsatz von derzeit üblichen Direkt-Methanol-Brennstoffzellen wird es sich bei dem Kühlmittel/Brennstoff-Gemisch um ein Wasser/Methanol-Gemisch handeln, wobei hier noch darauf hingewiesen werden soll, daß das Wasser einerseits als Kühlmittel, andererseits zusammen mit dem Methanol bei der an einer protonenleitenden Membran der jeweiligen Brennstoffzelle stattfindenden chemischen Reaktion auch als Brennstoff angesehen werden kann.

[0025] Weitere vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung ergeben sich aus den restlichen Unteransprüchen und 15 20 25 den anhand der Zeichnung nachfolgend dargestellten Ausführungsbeispielen.

[0026] Es zeigt:

[0027] Fig. 1 einen stark schematisierten Querschnitt durch eine Komponente, welche die beiden erfundungsgemäßen Räume aufweist;

[0028] Fig. 2 eine stark schematisierte Darstellung eines Brennstoffzellen-Stacks mit einer integrierten Einrichtung zum Abscheiden von Kohlendioxid;

[0029] Fig. 3 eine stark schematisierte Darstellung eines Brennstoffzellen-Stacks mit einer integrierten Einrichtung zum Abscheiden von Kohlendioxid in einer alternativen Ausführungsform;

[0030] Fig. 4 eine stark schematisierte Darstellung eines Brennstoffzellen-Stacks mit einer integrierten Einrichtung 35 40 zum Abscheiden von Kohlendioxid in einer weiteren alternativen Ausführungsform; und

[0031] Fig. 5 eine stark schematisierte Darstellung einer Brennstoffzelle mit den darin integrierten Räumen zum Abscheiden von Kohlendioxid.

[0032] Fig. 1 zeigt zwei Räume 1 und 2, die hier in einer Komponente 3 zusammengefaßt sind, welche beispielsweise in einen nicht näher dargestellten Anodenkreislauf eines Direkt-Methanol-Brennstoffzellen-Systems integriert sein kann.

[0033] Durch eine Eintrittsöffnung 4 strömt ein Gemisch 45 50 55 aus Wasser (H_2O) und Kohlendioxid (CO_2), welches gegebenenfalls auch Reste an nicht verbrauchtem Methanol (CH_3OH) aufweisen kann, in den Raum 1. Dieser Raum 1 ist über eine Trennwand 5 von dem Raum 2 abgeteilt, wobei die Trennwand 5 in der Art ausgebildet ist, daß die über die Eintrittsöffnung 4 eintretende Flüssigkeit durch beide Räume 1 und 2 strömen muß, ehe diese über die Austrittsöffnung 6 zurück zu dem Anodenkreislauf gelangt.

[0034] Der Raum 1 weist nun einen flüssigkeitsgefüllten 60 Bereich 1a und einen gasgefüllten Bereich 1b auf. Diese beiden Bereiche sind über eine Trennfläche 7, hier die Flüssigkeitsoberfläche, voneinander getrennt. Befindet sich in der durch die Eintrittsöffnung 4 einströmenden Flüssigkeit nun gasförmiges Kohlendioxid, so wird dieses an der Trennfläche 7 von dem flüssigkeitsgefüllten Bereich 1a in den gasgefüllten Bereich 1b überreten.

[0035] Um den Systemdruck in dem nicht näher dargestellten Anodenkreislauf aufrecht zu erhalten, weist der gas-

gefüllte Bereich 1b eine Ableitung 8 mit einem Druckhalteventil 9 auf. Statt einem Druckhalteventil 9 kann auch ein Druckregelventil verwendet werden. So kann das sich in dem gasgefüllten Bereich 1b sammelnde Kohlendioxid über die Ableitung 8 und das Druckhalteventil 9 abgeführt werden. Durch die Entstehung des Kohlendioxids wird also kein höherer Systemdruck verursacht als gewünscht ist, und als er über das Druckhalteventil 9 eingestellt werden kann. Das sich in dem gasgefüllten Bereich 1b sammelnde Kohlendioxid liegt also mit einem gegenüber dem Systemdruck höheren Druck vor und kann so durch das Druckhalteventil 9 und in der Ableitung 8 aus dem System entweichen.

[0036] Die von dem gasförmigen mittransportiertem Kohlendioxid befreite Flüssigkeit umströmt dann die Trennwand 5 und gelangt in den Raum 2. In dem Raum 2 ist eine Membran 10 angeordnet, welche für Kohlendioxid durchlässig ist, nicht jedoch für Wassermoleküle und Methanolmoleküle. Das in der Flüssigkeit gelöste Kohlendioxid kann somit durch die Membran 10 in einen auf der der Flüssigkeit abgewandten Seite der Membran 10 angeordneten Teilraum 11 gelangen und von dort abgeführt werden.

[0037] Es ist besonders günstig, wenn sich in dem Teilraum 11 ein Medium oder gegebenenfalls ein Vakuum befindet, dessen Kohlendioxid-Konzentration geringer ist als die in der Flüssigkeit auf der anderen Seite der Membran 10. So wird der Übertritt des Kohlendioxids aufgrund der Partialdruckdifferenz erleichtert und das Kohlendioxid kann aus dem Teilraum 11 abgeführt werden.

[0038] Dazu kann man sich des bereits erwähnten Vakuums bedienen, wobei dann über die das Vakuum aufrechterhaltende Pumpe gleichzeitig das Kohlendioxid abgeführt wird. Eine andere Möglichkeit liegt darin, den Teilraum 11 von einem Strip-Gas durchströmen zu lassen, welches dann das Kohlendioxid abtransportiert. Dabei sollte lediglich darauf geachtet werden, daß der Strip-Gas-Strom eine geringere Kohlendioxid-Konzentration aufweist als die Flüssigkeit. Die Vorgehensweise, den Teilraum 11 mit dem Strip-Gases zu durchströmen, ist die im Vergleich zu dem Vakuum vom operativen Aufwand und von den Kosten günstigere Methode und stellt daher wohl die bevorzugte Ausführungsform der Komponente 3 dar.

[0039] Nach dem Durchströmen des Raums 2, welcher auch als Membranmodul bzw. Membrankontaktor bezeichnet werden kann, verläßt ein zumindest annähernd ganz von Kohlendioxid befreites Kühlmittel/Brennstoff-Gemisch, also Wasser gegebenenfalls mit einem Restanteil an Methanol, die Komponente 3 durch die Austrittsöffnung 6.

[0040] Die Membran 10 kann in an sich bekannter Weise, beispielsweise als Hohlfaser-Membran, ausgebildet sein, entlang deren einer Oberfläche das Strip-Gas strömt und entlang deren anderer Oberfläche die Flüssigkeit mit dem gelösten Kohlendioxid strömt.

[0041] Es ist denkbar, daß in die Komponente 3 eine vergleichbare Membran 12 auch in den Raum 1, insbesondere in den Bereich der Trennfläche 7, eingebaut wird, so kann beispielsweise verhindert werden, daß bei Lageänderungen der Komponente 3, also einem Kippen oder dergleichen, flüssige Bestandteile in den im Normalfall gasgefüllten Bereich 1b des Raums 1 gelangen und so gegebenenfalls von abströmendem Kohlendioxid über die Ableitung 8 mit in die Umgebung transportiert werden.

[0042] Fig. 2 zeigt nun einen Brennstoffzellen-Stack 13 mit mehreren symbolisch angedeuteten Brennstoffzellen 14 sowie zwei prinzipiell angedeuteten Anschlußstutzen 15. In diesen Brennstoffzellen-Stack 13 ist die oben bereits beschriebene Komponente 3 integriert.

[0043] Fig. 3 zeigt eine weitere Ausführungsform einer solchen Integration der Komponente 3 in den Brennstoffzel-

len-Stack 13.

[0044] Die beiden in den Fig. 2 und 3 beschriebenen Ausführungsformen der Integration der Komponente 3 in den Brennstoffzellen-Stack 13 bieten dabei insbesondere sehr günstige Möglichkeiten, den hier nicht dargestellten Anodenkreislauf des Brennstoffzellen-Systems beim Eintreten bzw. Verlassen des Brennstoffzellen-Stacks 13 so zu gestalten, daß er die Komponente 3 durchströmt. Somit kann sichergestellt werden, daß annähernd kein Kohlendioxid aus dem Brennstoffzellen-Stack 13 in die periphere Umgebung bzw. in den peripheren Anodenkreislauf gelangt. Dies bringt einen sehr günstigen, einfachen und sehr kompakten Aufbau mit sich, da sämtliche gasführenden Komponenten jeweils in den Brennstoffzellen-Stack 13 integriert sind und damit Probleme bezüglich Leitungsführung, Abdichtung und dergleichen entfallen.

[0045] Fig. 4 zeigt eine weitere Art des Aufbaus. Die beiden Räume 1 und 2 sind jeweils in jede der Brennstoffzellen 14 des Brennstoffzellen-Stacks 13 integriert. Damit wird ein kompletter modularer Aufbau des Brennstoffzellen-Stacks 13 ermöglicht, so daß dieser in seiner Größe sehr einfach an die jeweiligen Erfordernisse bezüglich Leistung, Platzangebot oder dergleichen angepaßt werden kann.

[0046] Fig. 5 zeigt eine vergrößerte Darstellung der Brennstoffzelle 14, welche in der eben beschriebenen Art aufgebaut ist.

[0047] Die Brennstoffzelle 14 besteht aus einem Kathodenraum 16 und einem Anodenraum 17, welche durch eine protonenleitende Membran 18 voneinander getrennt sind. In den Kathodenraum 16 strömt Luft ein. Der in dieser Luft enthaltene Sauerstoff dient der chemischen Reaktion an der protonenleitenden Membran 18, in deren Bereich über nicht dargestellte Elektroden die von der Brennstoffzelle 14 erzeugte elektrische Leistung abgegriffen werden kann. Bedingt durch die chemische Reaktion an der Membran 18 kommt es zu einem Wasserdurchtritt durch die Membran 18, so daß ein Gemisch aus Luft und Wasser den Kathodenraum 16 verläßt.

[0048] In den Anodenraum 17 tritt ein Gemisch aus Wasser und Methanol ein. Entlang der Membran 18 kommt es zu der chemischen Reaktion, bei der einerseits Methanol verbraucht wird und andererseits Kohlendioxid, hier als Gasblasen 19 prinzipiell dargestellt, entsteht. Die Gasblasen 19 werden von der strömenden Flüssigkeit in Richtung der Gravitation nach oben in den Raum 1 jeder der Brennstoffzellen 14 transportiert. In dem Raum 1, welcher hier als Teilraum des Anodenraums 17 ausgebildet ist, kommt es dann entlang der Trennfläche 7, die hier insbesondere mit der weiteren Membran 12 ausgebildet ist, zu einem Abscheiden des gasförmigen mittransportierten Kohlendioxids, welches dann über den gasgefüllten Bereich 1b des Raums 1 und über die Ableitung 8 mit dem Druckhalteventil 9 abgeführt wird.

[0049] Gemäß den Pfeilen strömt die Flüssigkeit dann weiter zu dem Raum 2, in welchem sich die Membran 10 befindet, welche den von einem Strip-Gas durchströmten Teilraum 11 von der Flüssigkeit trennt. Auf diese Art wird dann in der Brennstoffzelle 14 in der oben bereits erläuterten Weise auch das in der Flüssigkeit gelöste Kohlendioxid über das Strip-Gas aus der Flüssigkeit herausgelöst und Wasser, gegebenenfalls mit einem Rest an Methanol, strömt aus dem Anodenraum 17. Die Flüssigkeit strömt in hier nicht erkennbarer Art hinter der Membran 10 bzw. der Membran 11 zu der Austrittsöffnung 6.

[0050] Die Fig. 4 und 5 zeigen lediglich prinzipielle Darstellungen, da die Verschaltung der einzelnen Brennstoffzellen 14 untereinander in dem Brennstoffzellen-Stack 13 allgemein bekannt, üblich und für die Erfindung nicht

weiter von Interesse ist. Auf eine nähere Darstellung wurde daher verzichtet.

Patentansprüche

5

1. Brennstoffzellen-System mit wenigstens einer mit einem flüssigen Kühlmittel/Brennstoff-Gemisch betriebenen Brennstoffzelle und einem Anodenkreislauf mit Einrichtungen zum Abscheiden von Kohlendioxid aus dem in dem Anodenkreislauf zirkulierenden Kühlmittel/Brennstoff-Gemisch, wobei das Kühlmittel/Brennstoff-Gemisch zusammen mit dem teilweise darin gelösten Kohlendioxid nacheinander durch zwei Räume (1, 2) strömt, wobei der in Strömungsrichtung erste Raum (1) einen flüssigkeitsgefüllten Bereich (1a) und einen gasgefüllten Bereich (1b) aufweist, wobei der gasgefüllte Bereich (1b) in einem in Richtung der Gravitation oben liegenden Bereich des Raums (1) angeordnet ist, und wobei in dem zweiten Raum (2) wenigstens eine Membran (10) angeordnet ist, welche für Kohlendioxid durchlässig und für das Kühlmittel/Brennstoff-Gemisch nicht durchlässig ist, entlang welcher das Kühlmittel/Brennstoff-Gemisch zusammen mit dem gelösten Gas strömt, wobei auf der dem Kühlmittel/Brennstoff-Gemisch abgewandten Seite der Membran (10) ein Teilraum (11) mit einer geringeren Konzentration an Kohlendioxid als in dem Kühlmittel/Brennstoff-Gemisch angeordnet ist. 10
2. Brennstoffzellen-System nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß wenigstens einer der beiden Räume (1, 2) in einem die Brennstoffzellen (19) des Brennstoffzellen-Systems aufweisenden Brennstoffzellen-Stack (13) integriert ist. 30
3. Brennstoffzellen-System nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der erste der beiden Räume (1) jeweils wenigstens einmal in jede einzelne Brennstoffzelle (14) eines Brennstoffzellen-Stacks (13) des Brennstoffzellen-Systems integriert ist. 35
4. Brennstoffzellen-System nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß der zweite der beiden Räume (2) jeweils wenigstens einmal in jede einzelne Brennstoffzelle (14) des Brennstoffzellen-Stacks (13) des Brennstoffzellen-Systems integriert sind. 40
5. Brennstoffzellen-System nach Anspruch 1, 2 oder 3, dadurch gekennzeichnet, daß wenigstens einer der beiden Räume (1, 2) als eigenständige Komponente (3) in dem Anodenkreislauf ausgebildet ist. 45
6. Brennstoffzellen-System nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß der gasgefüllte Bereich (1b) des ersten Raums (1) eine Ableitung (8) mit einem Druckhalteventil (9) aufweist. 50
7. Brennstoffzellen-System nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß im Bereich zwischen dem gasgefüllten Bereich (1b) und dem flüssigkeitsgefüllten Bereich (1a) des ersten Raums (1) eine weitere Membran (12) angeordnet ist, welche für Kohlendioxid durchlässig und für das Kühlmittel/Brennstoff-Gemisch nicht durchlässig ist. 55
8. Brennstoffzellen-System nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, daß in den Teilraum (11) ein zumindest teilweises Vakuum herrscht. 60
9. Brennstoffzellen-System nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, daß durch den Teilraum (11) ein gasförmiges Medium mit einer Konzentration an Kohlendioxid strömt, die geringer als die Konzentration an Kohlendioxid in dem Kühlmittel/Brennstoff-Gemisch ist. 65
10. Brennstoffzellen-System nach einem der Ansprü-

che 1 bis 9, dadurch gekennzeichnet, daß die Membran (10, 12) als Hohlfasermembran ausgebildet ist.

Hierzu 2 Seite(n) Zeichnungen

- Leerseite -

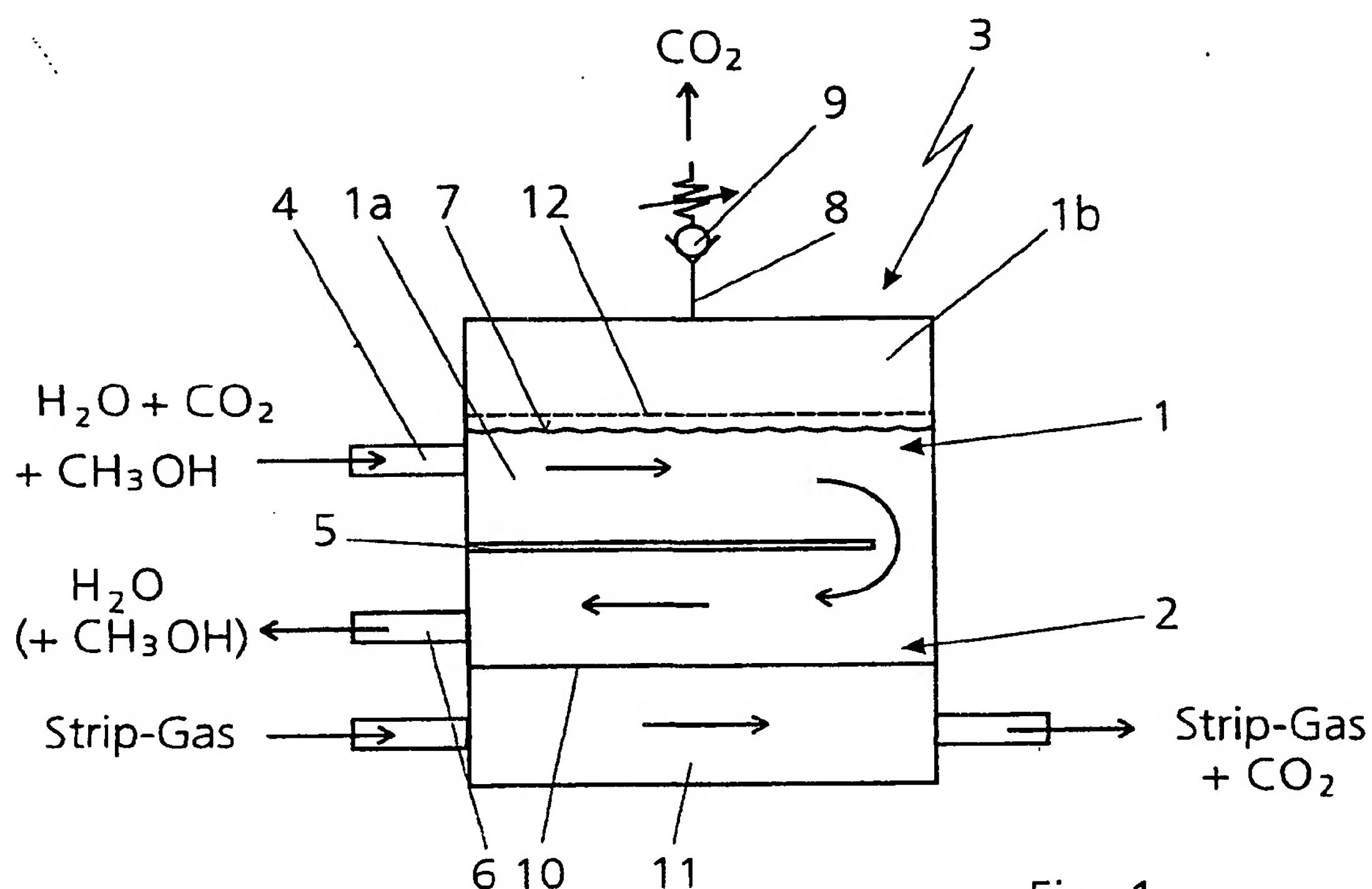


Fig. 1

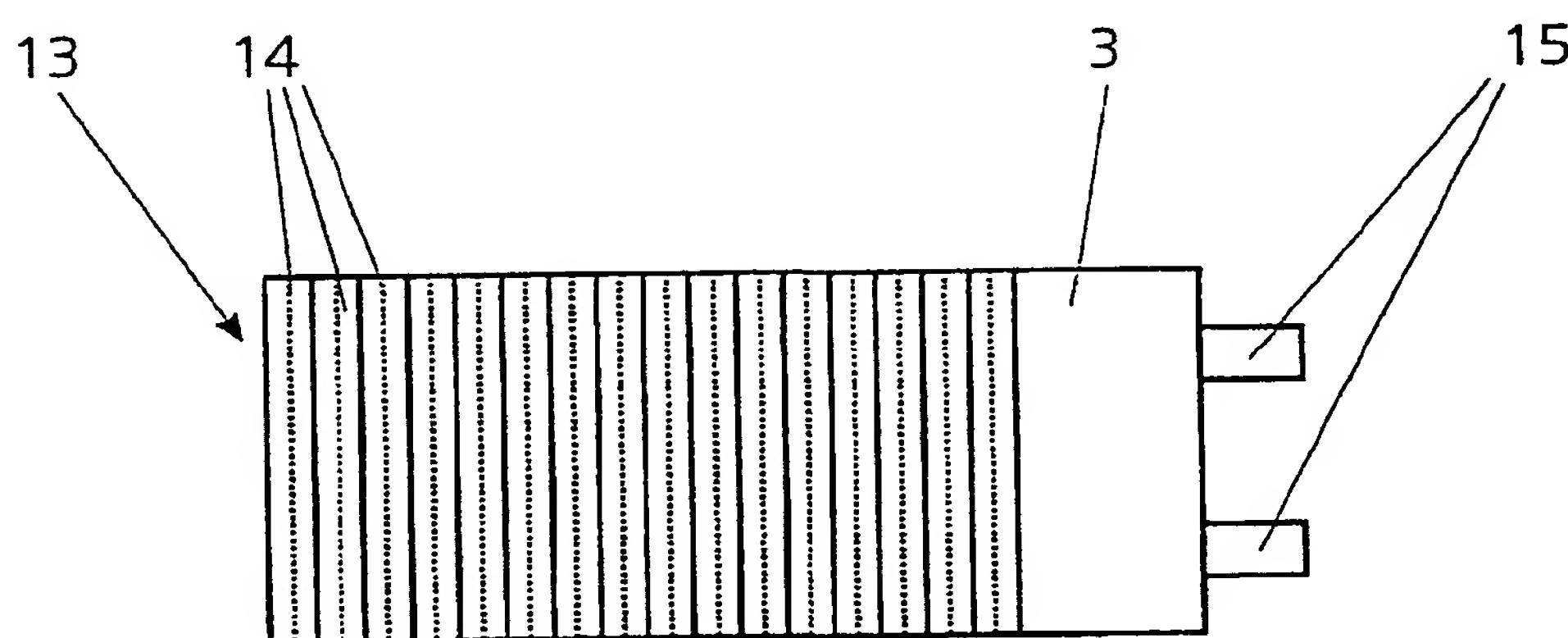


Fig. 2

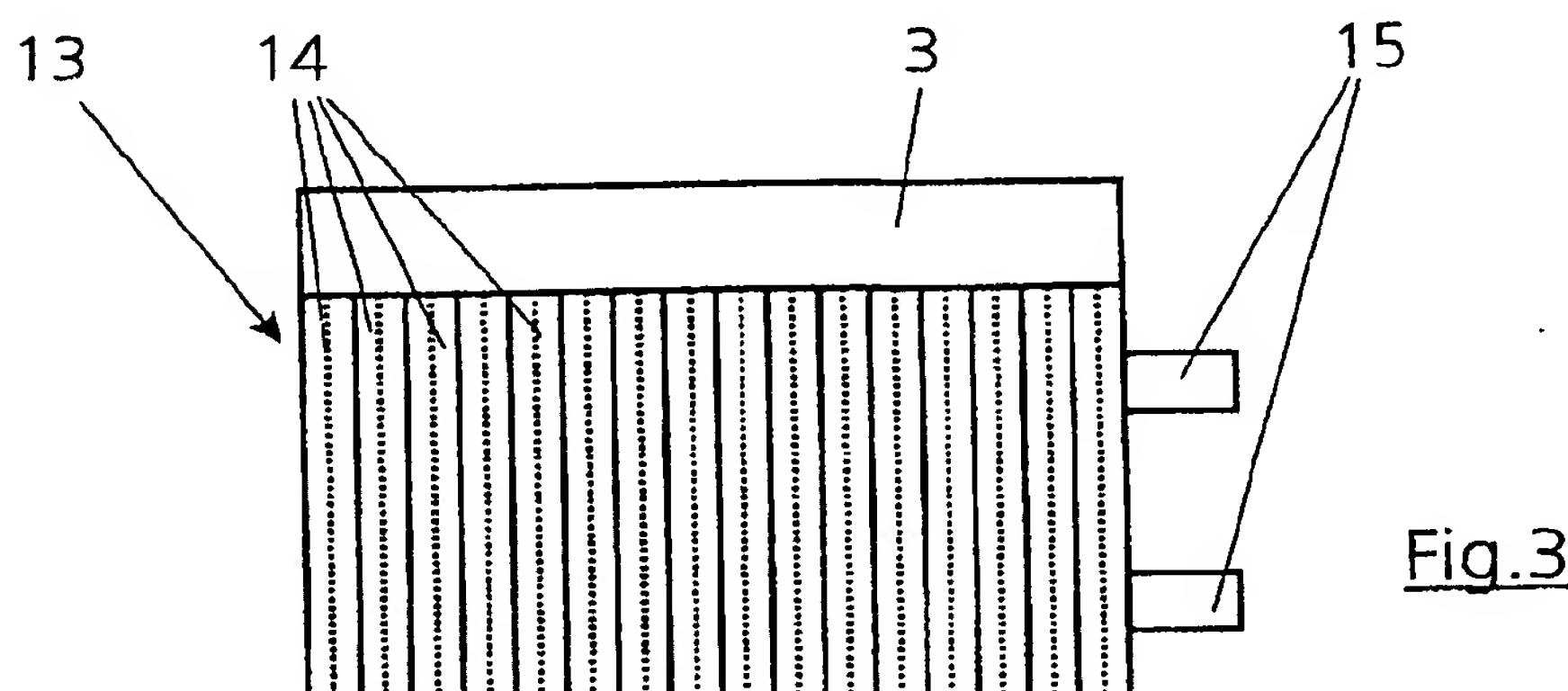


Fig. 3

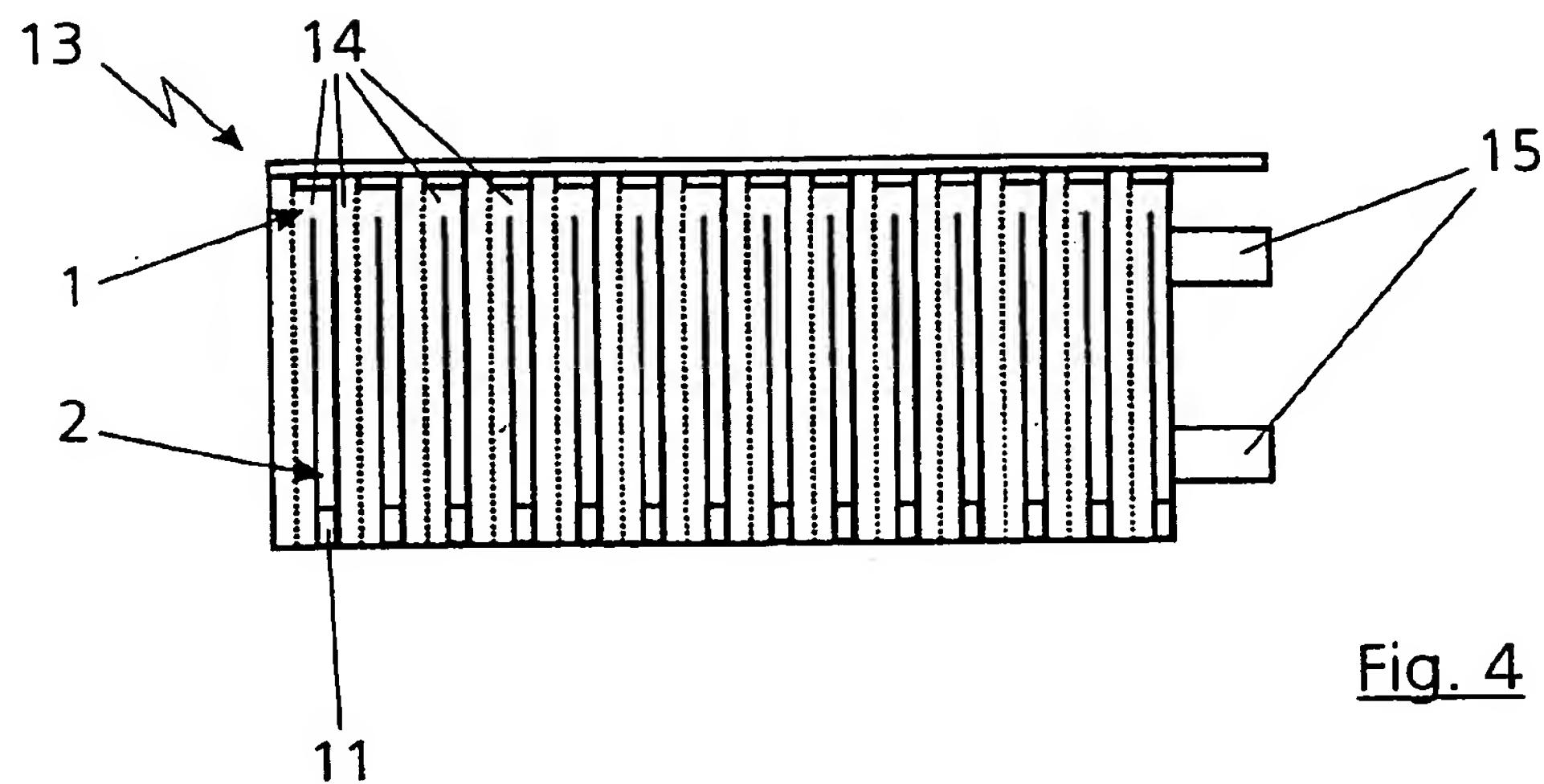


Fig. 4

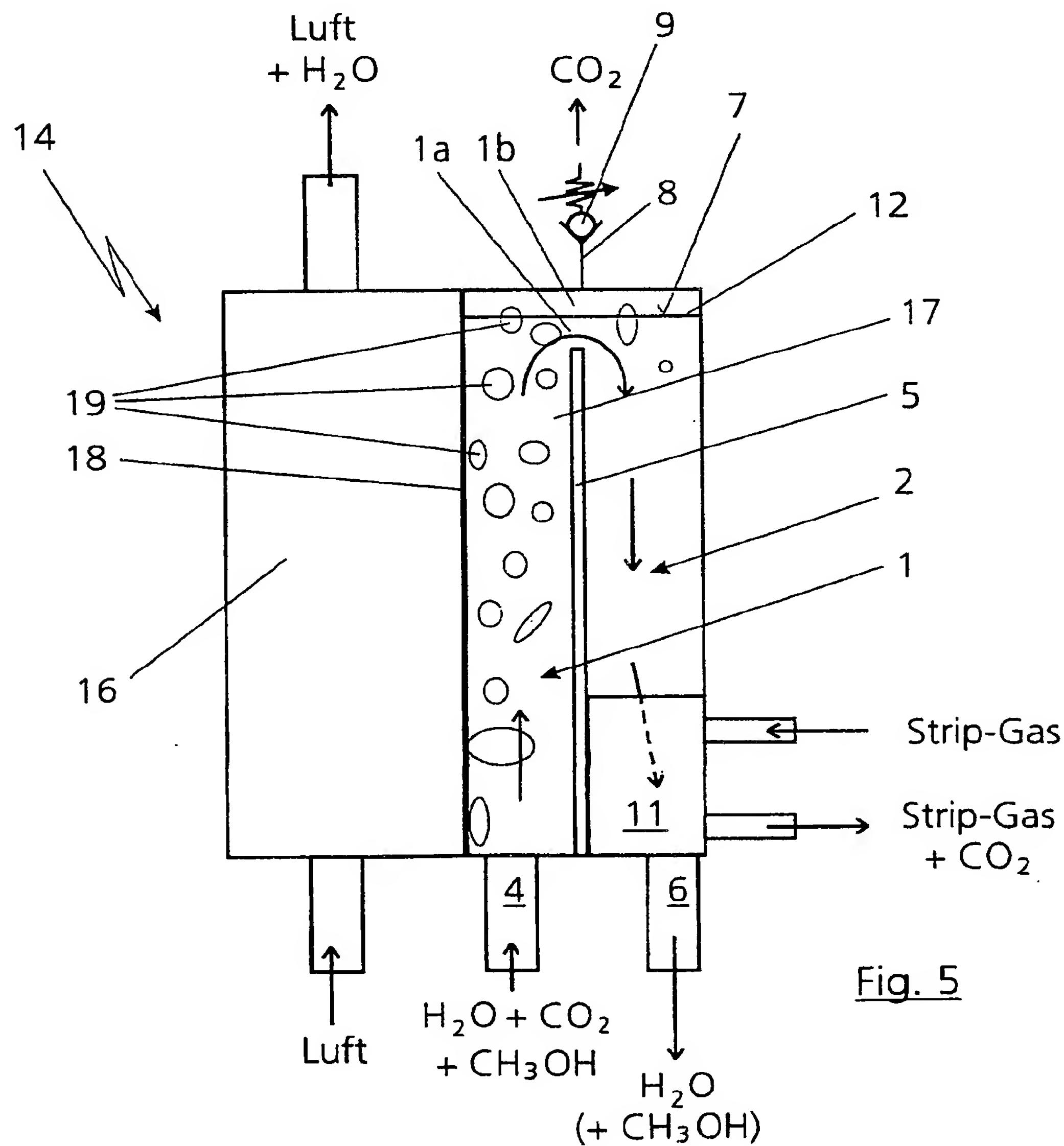


Fig. 5